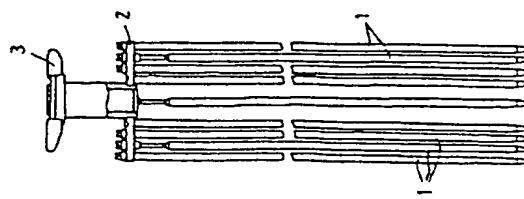


- (54) NEUTRON ABSORBER FOR SPENT FUEL STORAGE RACK  
(11) 4-248499 (A) (43) 3.9.1992 (19) JP  
(21) Appl. No. 3-35570 (22) 4.2.1991  
(71) NUCLEAR FUEL IND LTD(1) (72) YOSHIAKI TAJIRI(3)  
(51) Int. Cl<sup>5</sup>. G21C19/40



PURPOSE: To increase storage capacity for spent fuel assemblies by suppressing reactivity of the spent fuel assemblies and by fining assembly arrangement pitch in a storage rack.

CONSTITUTION: Neutron absorption rods 1 that are pipe shaped clad tubes which can be inserted into control rod guide thimbles, and into which a neutron absorbing material of ceramics powder is filled out, are provided, and then the neutron absorption rods 1 are bundled into a cluster shape, corresponding to arrangement and the number of the assemble guide thimbles.

BEST AVAILABLE COPY

(1)

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-248499

(43) 公開日 平成4年(1992)9月3日

(51) Int.Cl.  
G 21 C 19/40試別記号 庁内整理番号  
GDP B 7156-2C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全4頁)

(21) 出願番号 特願平3-35570  
 (22) 出願日 平成3年(1991)2月4日

(71) 出願人 000165697  
 原子燃料工業株式会社  
 京都府京都市西京区西新橋3丁目23番5号  
 (71) 出願人 000156938  
 関西電力株式会社  
 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号  
 (72) 発明者 田尻 敏昭  
 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号関  
 西電力株式会社内  
 (72) 発明者 梅原 敏宏  
 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号関  
 西電力株式会社内  
 (74) 代理人 弁理士 宮本 審一

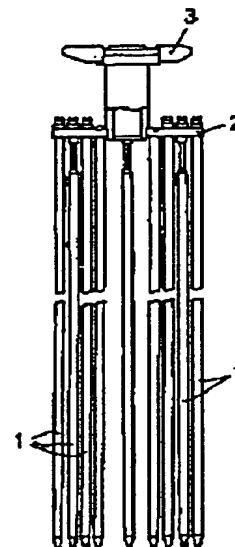
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 使用済燃料貯蔵ラック用吸収体

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 使用済燃料集合体の反応度を抑制して貯蔵ラックの集合体配置ピッチを拡密にし、使用済燃料集合体の貯蔵容量を増大させる。

【構成】 燃料集合体の側面構造内シングルに挿入しうるパイプ状の被覆管にセラミックス粉末の中性子吸収材を充てんして吸収棒1を設け、この吸収棒1を集合体案内シングルの配置・本数に合わせてクラスター状に束ねたことを特徴としている。



(2)

特開平4-248499

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料集合体の制御棒室内シングルに導入可能な太さからなる被覆管にセラミックス粉末の中性子吸収材を充てんして吸収棒となし、該吸収棒を上記制御棒室内シングルの配筋・本数に合わせてクラスタ状に束ねたことを特徴とする使用済燃料貯蔵ラック用吸収体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はPWR型使用済燃料集合体を貯蔵プールの貯蔵ラックに収納する際に使用される中性子吸収体に関し、詳しくは、貯蔵ラックの集合体配置ピッチができるだけ稠密にし、使用済燃料集合体の貯蔵容量の増大をはかった使用済燃料貯蔵ラック用吸収体に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 原子炉にて中性子照射を終了した使用済燃料集合体は、発電所の使用済燃料貯蔵プールで保管した後、工場に輸送されて再処理される。この貯蔵プールには、臨界等に対する安全性を確保するために、各燃料集合体同士の間隔を規制すべく貯蔵ラックが設置されている。このラックには当然貯蔵制限数が存在するが、現在運転中の原子力発電所の貯蔵ラックは数年間の貯蔵を前提として設置されているため、再処理の遅延により貯蔵容量の不足が考えられる。

【0003】 ところで、上記貯蔵ラックとしては、アンダル材によるものやステンレス缶型ラック等があり、前者は構造が最も簡単で施工もしやすく安価であるが、中性子吸収体がないため未臨界を確保するためラックピッチを広くとる必要がある。また、後者は燃料集合体各々1体毎にステンレス缶を用意し、缶同士をアンダル材で保持したラックであり、ステンレス缶自身が弱い中性子吸収体であるため、前者と比較しラックピッチをやや狭くすることができるが、価格的には前者より高い。

【0004】 また、これらの改良型のラックとしてボロンステンレス缶型ラックがあり、その構造は上記ステンレス缶型と同じであるが、缶の材質に中性子吸収体であるボロン(B)を混入したボロン強化ステンレス鋼を使用したものであり、これによりラックピッチをほぼ理想的に狭くすることができる特長を有している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記ボロンステンレス缶型ラックにおいては下記の如き問題がある。

- (1) ボロンステンレス材の価格が高い。
- (2) ボロンステンレス材は非常に重いため、缶型への加工が難しくまた耐候性の点でも倒産がある。
- (3) ラック自身は原了炉寿命以上の長寿命を要求されるが、ボロンステンレス材はブール水(ボロン水)中で腐食速度が早い。
- (4) 既にある貯蔵ラックを撤去し、ボロンステンレス

缶型ラックを設置する場合、ラックピッチが狭いことが差に災いして施行上困難が予想される。

【0006】 一方、これらラックに対してではなく、原子炉内で使用される中性子吸収体である制御棒(RCC)や図6に示す可燃性毒物棒(BPR)等のクラスター型吸収材を燃料集合体のシングル管(制御棒室内シングル)に挿入して反応度を低下させ、その結果ラックピッチを狭くする方法も考えられる。

【0007】 しかしながら、この方法においては、これら中性子吸収体が貯蔵ラックでの使用を考慮して作られたものではなく、原子炉内の使用を前提に考えられているため、貯蔵ラック用には幅度過大、即ち耐熱性、公差、材質(吸収材が合金や焼結体であること)、あるいは塑性においてオーバースペックとなっており、非常に高価であるという問題がある。

【0008】 本発明は以上的如き実情に対処し、新規な構成の貯蔵ラック用中性子吸収体を見出すことにより、簡便かつ低コストにして集合体の反応度を低下させて貯蔵ラックの簡略化をはかり、使用済燃料の貯蔵容量を拡大させることを目的とするものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 即ち、上記目的に適合する本発明使用済燃料貯蔵ラック用吸収体の特徴は、燃料集合体の制御棒室内シングルに導入可能な太さからなる被覆管にセラミックス粉末の中性子吸収材を充てんして吸収棒となし、該吸収棒を上記制御棒室内シングルの配筋・本数に合わせてクラスタ状に束ねたことにある。

## 【0010】

【作用】 上記本発明の吸収体を使用する際には使用済燃料集合体の各制御棒室内シングルに該吸収体の各吸収棒が収まるよう上方から挿入する。燃料集合体は上記吸収棒により反応度を弱められることから、安価なアンダル型ラックを使用できるにとどまらず該ラックの集合体配置ピッチを小さくして該ラックを簡略化し、その結果使用済燃料集合体の貯蔵容量を増大せることができる。

【0011】 そしてこの場合、吸収棒の吸収材が焼結をしない安価なセラミックス粉末であり、又、吸収体の構成も比較的簡単であることから、上記作用を簡便かつ低コストにて実施することができる。

## 【0012】

【実施例】 以下更に添付図面を参照して本発明実施例の吸収体を説明する。

【0013】 図1は本発明実施例の吸収体を示す正面図であり、図において(1)は吸収棒、(2)は止め板、(3)は吸手を夫々示している。

【0014】 吸収棒(1)は、図5に示すPWR型燃料集合体(N)の制御棒室内シングル(S)の数(通常16~24本)に合わせて設けられ、この実施例では図3に示すような配筋で、止め板(2)によりクラスタ状に束ねられている(図3のEは計器室シングル)。そ

(3)

特開平4-248499

3

して、吸収棒（1）の外寸は上記制御棒室内シンプル（S）に挿入しうる範囲でなるべく太く設計され、その長さも図5に示す燃料棒（1ロ）の有効長に設計されている。

【0016】また、上記吸収棒（1）は、図2に示すように、ステンレススチールやジルカロイ-4（ZrY-4）よりもなる被覆管（4）と、該被覆管（4）内に充てんされたセラミックス粉末の中性子吸収材（5）により構成されている。上記吸収棒（5）としてはB<sub>4</sub>CやGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>各粉末があるが、効果や入手コストを考えた場合B<sub>4</sub>Cが望ましく、この場合密度は50%TD程度、即ち理論密度の60%程度でよいため、封入方法は振動充てんや、一旦圧縮成型してペレット状にした後封入することが考えられる。もちろん、焼結すれば密度は上昇するが、逆にコストがかかるため本発明では行わない。

【0016】以上の構成を有する本発明吸収体は、図3に示すように、燃料集合体（N）の制御棒室内シンプル（S）に各々吸収棒（1）が挿入されて使用される。

【0017】一方、図4はラックピッチを種々変化させた場合の各吸収体における体系の倍率を表すグラフであり、線（A）は本発明24本組B<sub>4</sub>C粉末50%TDクラスタ吸収体、線（B）は同じく本発明24本組Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末クラスタ吸収体、線（C）は既存の24本組BPRを夫々使用した場合であり、線（D）は吸収体なしの場合である。

【0018】倍率は臨界安全上、0.95以下である必要があり、逆にその条件を満たすラックピッチが制限ピッチである。この図より、原子炉にて使用しているBPR（C）の場合、ラックピッチは3.2cmが限界である。その吸収物質をGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末（B）にすればラックピッチは3.1cmに、さらにB<sub>4</sub>C粉末（A）にすれば2.8cmと稠密化することができる。

【0019】B<sub>4</sub>C粉末は融点が2360°Cと高く熱的に安定したセラミックスであり、被覆管として用いるステンレススチールやZrY-4との共存性も全く問題ない。B<sub>4</sub>Cの場合、50%TDでさえ2.8cmのピッチが達成できるため、さらに圧縮すればラックピッチを狭めることができ、また、天然中に約20%存在する吸収同位体のB-10同位体を濃縮して用いることも考えられる。

【0020】集合体の外寸が約21cmであり、従来のラックピッチが4.0cmであることを考えると、ラックピッチ2.8cmでも貯蔵効率は0.4° / 0.28° = 2.0倍に上がる事がわかる。

【0021】なお、以下に本発明における上記吸収体に用いた吸収棒（1）の具体例を示す。

#### （1）被覆管

材質 ステンレス・スチール、ZrY-4

外寸 燃料集合体のシンプル管に挿入できる外寸のう 50

ち、太い方。

内寸 ステンレススチールやZrY-4が被覆管として機械的に健全である肉厚（0.5mm～1.0mm）を保有できる寸法。

長さ 燃料棒有効長

外寸については、燃料のシンプル管（S）が下端部（ダッシュボット部）で細くなっているが、吸収棒（1）もその寸法に合わせて上部を太く、下部を細くしても良い。図4の効果説明図は細い方の寸法で統一したが、外径が太い方が吸収材の表面積が増えるため吸収効果も期待できる。

#### （2）吸収材

安価かつ入手容易なB<sub>4</sub>C粉末、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末を用いる。これら粉末を高い密度を必要としない場合は被覆管内に直接充てんし、50%程度の密度を期待する場合は圧縮成型する。

【0022】以上、実施例を説明したが、本発明吸収体は安価にして簡便な構成にもかかわらず、BPR以上の反応度抑制作用を有し、特にアングル型貯蔵ラックの稠密化には頗る有効である。

#### 【0023】

【充電の効果】以上説明したように、本発明使用済燃料貯蔵ラック用吸収体は、集合体の制御棒室内シンプルに挿入しうる太さの被覆管にセラミックス粉末の中性子吸収材を充てんして吸収棒となし、この吸収棒を上記案内シンプルの配置・本数に合わせてクラスタ状に束ねたものであり、ラック専用として製造されることから、原子炉内で使用することを前提とした中性子吸収体であるBPRやRCCに比べてはるかに安価であり、また、その吸収棒は被覆管内に吸収材粉末をつめるだけの構造であるため製作も容易で、しかも、中性子の吸収効果において上記BPRと比較してさらに優れた性能を有することから、安価なアングル型ラックを使用できるとどまらず、該ラックの集合体配設ピッチを小さくして稠密化し、使用済燃料集合体の貯蔵容量を増大させうとの跟着な効果を奏するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の吸収体を示す正面図である。

【図2】同実施例の吸収棒を示し（イ）はその平面図、（ロ）は部分正面図である。

【図3】同実施例を燃料集合体に挿入した状態を示す説明図である。

【図4】ラックピッチを種々変化させた場合の各吸収体における体系の倍率を示すグラフである。

【図5】PWR燃料集合体の断面図である。

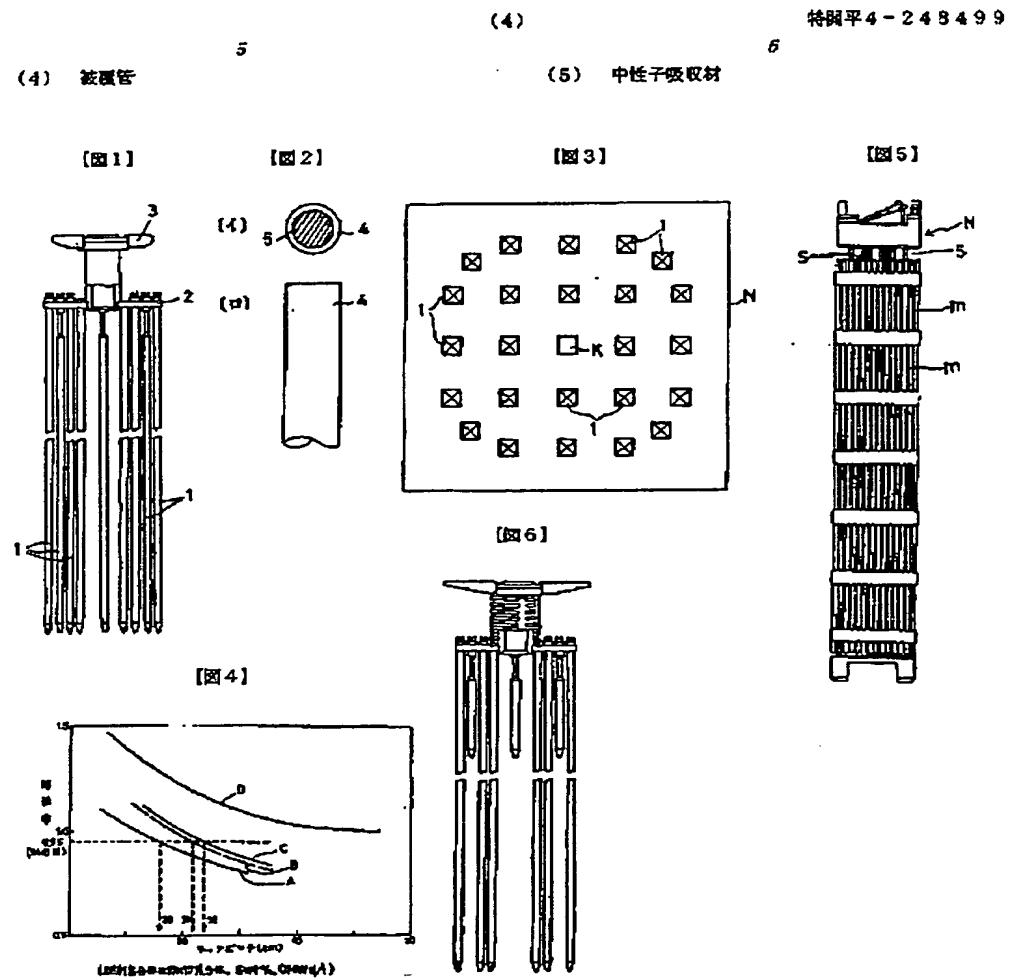
【図6】可燃性毒物質（BPR）を示す概要図である。

#### 【符号の説明】

（1） 吸収棒

（2） 止め板

（3） 取手



フロントページの続き

(72)発明者 小坂治 市造  
大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号  
西電力株式会社内

(72)発明者 田尻 寛  
大阪府和泉市和氣町2丁目3番1-1001号